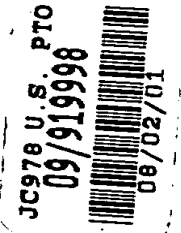


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#31 Priority
T papers
10-19-02



In re PATENT APPLICATION of
Inventor(s): Tsunsenobu HORI

Appln. No.:	NEW	APPLICATION
Series Code	↑	↑ Serial No.

Group Art Unit: UNASSIGNED

Filed: AUGUST 2, 2001

Examiner: UNASSIGNED

Title: A SPARK PLUG AND A METHOD OF PRODUCING THE SAME

Atty. Dkt. P 0282798

U3-0140-TM

M#

Client Ref

Date: August 2, 2001

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55

Hon. Asst Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-234547	JAPAN	AUGUST 2, 2000

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard

McLean, VA 22102
Tel: (703) 905-2000
Atty/Sec: KMF/tel

By Atty: Kenneth M. Fagin

Sig:

Reg. No. 37,615

Fax: (703) 905-2500
Tel: (703) 905-2066

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PRO
09/919998
08/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-234547

出 願 人

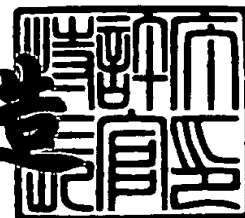
Applicant(s):

株式会社デンソー

2001年 5月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3046916

【書類名】 特許願

【整理番号】 IP4940

【提出日】 平成12年 8月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01T 13/39

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 堀 恒円

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100100022

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 洋二

 【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108198

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三浦 高広

 【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

 【識別番号】 100111578

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 水野 史博

 【電話番号】 052-565-9911

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038287

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパークプラグおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心電極（30）及び接地電極（40）の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面（31、43）として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ（50）がレーザ溶接により形成された溶融部（60）を介して固定されてなるスパークプラグにおいて

前記溶融部は、前記母材に最も近い列を 1 列目として前記母材から離れる方向へ向かって、隣接する列の間で重なるように複数列形成されており、

前記接合面に沿った断面を見たとき、前記 1 列目の溶融部（61）の断面積と各列の前記溶融部（61～63）同士の重なり部の断面積との合計が、前記チップの断面積の 1.4 倍以上になっていることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】 前記接合面（31、43）に沿った断面を見たとき、2 列目以降の前記溶融部のうち少なくとも 1 つの溶融部（62、63）において、当該溶融部の断面積が、当該溶融部と当該溶融部よりも前記母材寄りの溶融部（61、62）との重なり部の断面積よりも大きくなっていることを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 3】 中心電極（30）及び接地電極（40）の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面（31、43）として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ（50）がレーザ溶接により形成された溶融部（60）を介して固定されてなるスパークプラグにおいて

前記チップと前記接合面との間には、線膨張係数が前記チップと前記母材との間の範囲にある緩和層（80）が介在されており、

前記チップと前記母材とが、レーザ溶接によって前記緩和層、前記チップ及び前記母材の間の各界面に形成された溶融部（90）を介して固定されていることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 4】 前記緩和層（80）の厚さ t が 0.2 mm 以上 0.6 mm 以

下の範囲にあり、

前記接合面（31、43）に沿った断面を見たとき、前記溶融部（90）の断面積を前記チップ（50）の断面積で割った比 α が、 $(1.4 - t) / 2$ 以上の範囲にあることを特徴とする請求項3に記載のスパークプラグ。

【請求項5】 前記チップ（50）は、Irが50重量%以上含有されているものであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載のスパークプラグ。

【請求項6】 中心電極（30）及び接地電極（40）の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面（31、43）として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ（50）がレーザ溶接により固定されてなるスパークプラグを製造する方法であって、

前記チップと前記接合面との間に、線膨張係数が前記チップと前記母材との間の範囲にある緩和層（80）を介在させた後、

レーザ溶接を行うことによって前記緩和層、前記チップ及び前記母材の間の界面に溶融部（90）を形成することを特徴とするスパークプラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、中心電極と接地電極の少なくとも一方に貴金属もしくはその合金よりなる火花放電用のチップをレーザ溶接により固定してなるスパークプラグおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、この種のスパークプラグとしては、特開平6-188062号公報や特開平11-3765号公報に記載のものが提案されている。これらのものは、中心電極及び接地電極を備え、中心電極と接地電極の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップがレーザ溶接により固定されてなる。

【0003】

このようなレーザ溶接を用いたチップと母材との接合によれば、線膨張係数の差の大きいチップ（I r 合金や P t 合金等）と母材（N i 基合金等）との界面に溶融部が形成され、この溶融部を介して接合が行われるため、抵抗溶接に比べて接合信頼性の高い構成とすることができる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記スパークプラグにおいては、抵抗溶接に比べて接合信頼性の高いレーザ溶接を採用してはいるものの、チップのサイズの増大化やエンジンの熱負荷が厳しくなるにつれて、チップと母材との接合部に加わる熱応力が大きくなり、最悪、チップが母材から脱落してしまう恐れがある。

【 0 0 0 5 】

このような問題に対して、上記特開平 1 1 - 3 7 6 5 号公報では、溶融部を、母材側から母材を離れる方向へ向かって複数列形成し、溶融部を厚肉化するとともにチップと母材との線膨張係数差を小さくすることにより、上記接合部に加わる熱応力を緩和させる方法が採られている。

【 0 0 0 6 】

しかし、本発明者の検討によれば、単純に溶融部を複数列形成しただけでは、場合によっては十分な接合信頼性が得られないことがわかった。ちなみに、上記公報では、複数列形成された溶融部の外観形状しか記載されておらず、断面形状等、溶融部の詳細構成については記載がない。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記問題に鑑み、中心電極と接地電極の少なくとも一方を母材として、この母材に貴金属もしくはその合金よりなる火花放電用のチップをレーザ溶接により固定してなるスパークプラグにおいて、チップと母材との接合信頼性を向上させることを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 の発明では、中心電極（3 0）及び接地電極（4 0）の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面（3 1、4 3

）として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ（５０）がレーザ溶接により形成された溶融部（６０）を介して固定されてなるスパークプラグにおいて、溶融部を、母材に最も近い列を１列目として母材から離れる方向へ向かって隣接する列の間で重なるように複数列形成し、接合面に沿った断面を見たとき、１列目の溶融部（６１）の断面積と各列の溶融部（６１～６３）同士の重なり部の断面積との合計が、チップの断面積の１．４倍以上になるようにしたことを特徴としている。

【０００９】

本発明は、溶融部の断面形状等について鋭意検討した結果、実験的に見出されたものであり、複数列形成された溶融部において、１列目の溶融部の断面積と各列の溶融部同士の重なり部の断面積との合計を、チップの断面積の１．４倍以上にすることにより、チップと母材との接合信頼性を向上させ実用レベルにて確保することができる。

【００１０】

ここで、請求項２の発明のように、接合面（３１、４３）に沿った断面を見たとき、２列目以降の溶融部のうち少なくとも１つの溶融部（６２、６３）において、当該溶融部の断面積が、当該溶融部と当該溶融部よりも母材寄りの溶融部（６０）との重なり部の断面積よりも大きくなっていることが好ましい。

【００１１】

本発明によれば、図２に示す様に、チップ（５０）の内部において、２列目以降の溶融部のうち少なくとも１つの溶融部（６２）と当該溶融部（６２）よりも母材（３０）寄りの溶融部（６１）との間に、チップ（５０）が入り込んだくさび形状となる。そして、チップ（５０）が母材（３０）から離れようとする力が加わっても、このくさび部分が引っ掛かるため、チップの脱落防止という点で好ましい構成とすることができる。

【００１２】

なお、詳しく言えば、「２列目以降の溶融部のうち少なくとも１つの溶融部の断面積が、当該溶融部と当該溶融部よりも母材寄りの溶融部との重なり部の断面積よりも大きくなっている」とは、当該少なくとも１つの溶融部が例えば２列目

である場合、この2列目の溶融部の断面積が2列目と1列目の溶融部の重なり部の断面積よりも大きいこと、また例えば3列目である場合、この3列目の溶融部の断面積が3列目と2列目の溶融部の重なり部の断面積よりも大きいことを意味する。勿論、4列目以降の場合も同様であり、当該少なくとも1つの溶融部が2列目以降の全ての列の溶融部に相当するものであっても良い。

【0013】

また、請求項3の発明では、中心電極(30)及び接地電極(40)の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面(31、43)として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ(50)がレーザー溶接により形成された溶融部(60)を介して固定されてなるスパークプラグにおいて、チップと接合面との間に、線膨張係数がチップと母材との間の範囲にある緩和層(80)を介在させ、チップと母材とを、レーザー溶接によって緩和層、チップ及び母材の間の各界面に形成された溶融部(90)を介して固定したことを特徴としている。

【0014】

本発明は、チップと母材との線膨張係数差を低減すべく鋭意検討した結果、実験的に見出されたものである。チップと母材との間に、線膨張係数がチップと母材との間の範囲にある緩和層を介在させることにより、チップと母材との線膨張係数差に起因する熱応力が緩和層によって緩和される。そのため、チップと母材との接合信頼性を向上させることができる。

【0015】

ここで、緩和層について更に検討を進めた結果、請求項4の発明のように、緩和層(80)の厚さ t が0.2mm以上0.6mm以下の範囲にあり、母材の接合面(31、43)に沿った断面を見たとき、溶融部(90)の断面積をチップ(50)の断面積で割った比 α が、 $(1.4 - t) / 2$ 以上の範囲にあることが好ましいことが実験的にわかった。それにより、チップと母材との接合信頼性を実用レベルにて確保することができる。

【0016】

また、請求項1～請求項4記載の発明は、チップ(50)を、Irが50重量

%以上含有されているようなチップ、即ち母材との線膨張係数差の大きいチップとした場合に特に有効である。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 6 の発明は、中心電極（3 0）及び接地電極（4 0）の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面（3 1、4 3）として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップ（5 0）がレーザー溶接により固定されてなるスパークプラグを製造する方法であって、チップと接合面との間に、線膨張係数がチップと母材との間の範囲にある緩和層（8 0）を介在させた後、レーザー溶接を行うことによって緩和層、チップ及び母材の間の界面に溶融部（9 0）を形成することを特徴としている。本製造方法によれば、請求項 3 または請求項 4 記載のスパークプラグを適切に製造することができる。

【 0 0 1 8 】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

（第 1 実施形態）

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。本第 1 実施形態は、例えばコージェネレーションにおける発電機のガスエンジン用のスパークプラグとして用いられる。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るスパークプラグ 1 0 0 の全体構成を示す半断面図である。本実施形態では、中心電極と接地電極のうち中心電極を母材とし中心電極側にチップをレーザー溶接した例を述べることとする。図 2 及び図 3 には、スパークプラグ 1 0 0 の軸方向に沿った中心電極 3 0 とチップ 5 0 との接合部の断面形状を示す。

【 0 0 2 1 】

スパークプラグ 1 0 0 は、円筒形状の取付金具（ハウジング）1 0 を有しており、この取付金具 1 0 は、図示しないエンジンブロックに固定するための取付ネ

ジ部 1 1 を備えている。取付金具 1 0 の内部には、アルミナセラミック（A 1 2 O 3）等からなる絶縁体 2 0 が固定されており、この絶縁体 2 0 の一端部 2 1 は、取付金具 1 0 の一端面 1 2 から露出するように設けられている。

【 0 0 2 2 】

中心電極 3 0 は絶縁体 2 0 の軸孔 2 2 に固定され、絶縁体 2 0 を介して取付金具 1 0 に絶縁保持されている。この中心電極 3 0 は、内材が C u 等の熱伝導性に優れた金属材料、外材が N i 基合金等の耐熱性および耐食性に優れた金属材料により構成された円柱体をなし、その一端面 3 1 は絶縁体 2 0 の一端部 2 1 から露出している。

【 0 0 2 3 】

接地電極 4 0 は、一端 4 1 側の側面が中心電極 3 0 の一端面 3 1 と対向して配置された角柱状のものであり、N i 基合金等からなる。そして、接地電極 4 0 は、途中部に曲がり部を有し、他端 4 2 は、取付金具 1 0 の一端面 1 2 に溶接等により固定され支持されている。

【 0 0 2 4 】

そして、本実施形態では、中心電極 3 0 を母材として、中心電極 3 0 の一端面（本発明でいう接合面） 3 1 に貴金属もしくはその合金よりなるチップ 5 0 がレーザー溶接により形成された溶融部 6 0 を介して固定されている（図 2 及び図 3 参照）。

【 0 0 2 5 】

そして、チップ 5 0 の先端面と接地電極 4 0 の一端 4 1 側の側面との間隔が放電ギャップ 7 0 として形成されている。具体的に、チップ 5 0 は、I r（イリジウム）、I r 合金、P t（白金）、P t 合金等よりなる円板状のものである。耐熱性等を考慮するとチップ 5 0 は、I r が 5 0 重量％以上含有されているものが好ましい。

【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 を参照して、チップ 5 0 と中心電極（母材） 3 0 との接合部の構成を述べる。本実施形態では、溶融部 6 0 は、中心電極 3 0 に最も近い列を 1 列目として中心電極 3 0 から離れる方向（本例では、中心電極の軸方向）へ向かっ

て、隣接する列の間で重なるように複数列（2列以上）形成されている。なお、溶融部60の形状は、切断面を金属顕微鏡等で観察することで知ることができる。

【0027】

図2に示す例（2列構成）では、中心電極30寄りから1列目の溶融部61、2列目の溶融部62の2列の溶融部が形成されており、1列目の溶融部61と2列目の溶融部62とが重なり合っている。

【0028】

図3に示す例（3列構成）は、上記2列構成に更に3列目を追加したものであり、中心電極30寄りから1列目の溶融部61、2列目の溶融部62、3列目の溶融部63の3列の溶融部が形成されている。そして、1列目の溶融部61と2列目の溶融部62とが重なり合い、2列目の溶融部62と3列目の溶融部63とが重なり合っている。なお、これら図2及び図3に示す例以外にも、溶融部60は4列以上であっても良い。

【0029】

また、各列の溶融部61、62、63は、中心電極30の一端面31（本例では、中心電極の径方向に相当）に沿って見たとき、環状の形状となっている。ただし、この環状形状は、連続してつながったものでも、非連続でつながっていないものでも良い。この複数列の溶融部60は次のようにして形成することができる。

【0030】

チップ50を中心電極30の一端面31に、抵抗溶接により仮止めしたり、治具を用いて仮止めする等により固定した状態で、チップ50と中心電極30との界面部に全周もしくは部分的にレーザを照射することにより、1列目の溶融部61を形成し、次に、中心電極30の軸方向へ照射ポイントをずらして同様にレーザを照射することにより、2列目の溶融部62を形成する。図3に示す例では、次に、同様にして3列目の溶融部63を形成する。

【0031】

このようにしてチップ50と中心電極30とを溶け込み合わせることで形成さ

れた溶融部 6 0 は、上記界面部の外表面から内部に向かって入り込んだ形となる。なお、図 2 に示す例は、1 列目、2 列目の順に形成されたものであり、図 3 に示す例は、1 列目、2 列目、3 列目の順に形成されたものであるが、各列の形成順序は任意として良い。

【 0 0 3 2 】

そして、本実施形態では、中心電極（母材）3 0 の一端面（接合面）3 1 に沿った断面を見たとき、1 列目の溶融部 6 1 の断面積と各列の溶融部 6 1、6 2、6 3 同士の重なり部の断面積との合計が、チップ 5 0 の断面積の 1. 4 倍以上になるようにしている。なお、以下、特に明示していない場合を含めて断面積とは、中心電極 3 0 の一端面 3 1 に沿った断面積をいう。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示す 2 列構成では、1 列目の溶融部 6 1 の断面積（図中の A - A 断面における断面積）と、1 列目と 2 列目の溶融部 6 1、6 2 同士の重なり部の断面積（図中の B - B 断面における断面積）との合計が、チップ 5 0 の断面積（チップの径方向の断面積）の 1. 4 倍以上になっている。

【 0 0 3 4 】

図 3 に示す 3 列構成では、1 列目の溶融部 6 1 の断面積（図中の A - A 断面における断面積）と、1 列目と 2 列目の溶融部 6 1、6 2 同士の重なり部の断面積（図中の B - B 断面における断面積）と、2 列目と 3 列目の溶融部 6 2、6 3 同士の重なり部の断面積（図中の C - C 断面における断面積）との合計が、チップ 5 0 の断面積（チップの径方向の断面積）の 1. 4 倍以上になっている。

【 0 0 3 5 】

ここで、中心電極 3 0 の一端面 3 1 に沿った断面を見たときの 1 列目の溶融部 6 1 の断面積とは、図 2、図 3 に示す様に、溶融部 6 1 の最大溶け込み深さ d 1 の部分で見たときの断面積（最大断面積）である。

【 0 0 3 6 】

このような各部断面積の関係は、本発明者が行った実験検討の結果に基づくものである。限定するものではないが、この検討の一例を述べる。まず、上記 2 列構成について検討した場合を示す。なお、比較のために、溶融部を単列とした単

列構成の場合、つまり、図2において溶融部が1列目の溶融部61のみのものについても検討した。この単列構成を図4に示す。

【0037】

本検討において、中心電極30としてNi基合金であるインコネル（登録商標）よりなり一端面31の径D1が $\phi 2.7\text{ mm}$ のものを使用し、チップ50としてIr-10Rh（Irが90重量%、Rhが10重量%の合金）よりなり、径D2が $\phi 2.4\text{ mm}$ 、厚さが 1.4 mm の円板チップを用いた。これら中心電極30、チップ50の仕様は、熱負荷の厳しいコージェネレーション用プラグとして一般的なものである。

【0038】

2列構成（図2参照）については、レーザ溶接条件を変えることにより、1列目の溶融部61の溶け込み深さd1、1列目と2列目の溶融部61、62同士の重なり部における重なり深さd2を種々変え、1列目の溶融部61の断面積と1列目と2列目の溶融部61、62同士の重なり部の断面積との合計（以下、溶融部合計断面積という）を変えたサンプルを作製した。そして、種々の溶融部合計断面積について、上記チップ50の断面積との断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）をとった。

【0039】

図5は、2列構成において、上記各深さd1、d2を種々変えたときの、上記断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）を示した図表である。図5において、仕様①は溶け込み深さd1を 0.3 mm として、重なり深さd2を $0.1\sim 0.3\text{ mm}$ と変えた場合、仕様②は溶け込み深さd1を 0.7 mm として、重なり深さd2を $0.1\sim 0.7\text{ mm}$ と変えた場合、仕様③は溶け込み深さd1を 1.1 mm として、重なり深さd2を $0.1\sim 1.1\text{ mm}$ と変えた場合である。

【0040】

また、比較例としての単列構成（図4参照）については、レーザ溶接条件を変えることにより、溶融部61の溶け込み深さd1を種々変え、溶融部61の断面積を変えたものを作製した。そして、種々の溶融部61の断面積について、上記チップ50の断面積との比（溶融部断面積／チップ断面積）をとった。

【0041】

図6は、単列構成において、上記溶け込み深さ d_1 を種々変えたときの、上記断面積比（溶融部断面積／チップ断面積）を示した図表である。図6において、仕様①～⑦は、それぞれ溶け込み深さ d_1 を0.1、0.3、0.5、0.7、0.9、1.1、1.3mmと変えた場合である。なお、単列構成の仕様①～⑥は図4（a）に示す様な部分溶融構成、仕様⑦は図4（b）に示す様なチップ50と中心電極30との界面が全域で溶け合った全域溶融構成である。

【0042】

そして、図5及び図6に示す各仕様について、耐久試験を行い、チップ50と中心電極30との接合信頼性の評価を行った。耐久試験は、6気筒2000ccエンジンにスパークプラグを取り付けて実施し、運転条件は、アイドル1分保持・スロットル全開（6000rpm）1分保持の繰り返しを100時間行った。上記接合信頼性は引っ張り強度で評価し、上記耐久試験後の引っ張り強度が200N以上であれば実用的な信頼接合性が確保されたものとした。

【0043】

図7は、上記評価の結果得られた2列構成における断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）と引っ張り強度（単位：N）との関係を示す図である。図7中の各種プロットにおいて、黒丸プロットは仕様①の新品時、白丸プロットは仕様①の耐久試験後、黒三角プロットは仕様②の新品時、白三角プロットは仕様②の耐久試験後、黒四角プロットは仕様③の新品時、白四角プロットは仕様③の耐久試験後、をそれぞれ示す。

【0044】

また、図8は、上記評価の結果得られた単列構成における断面積比（溶融部断面積／チップ断面積）と引っ張り強度（単位：N）との関係を示す図である。図8中の各種プロットにおいて、黒丸プロットは新品時、黒三角プロットは耐久試験後、をそれぞれ示す。

【0045】

まず、図8からわかるように、単列構成では、溶融部断面積により新品時の引っ張り強度に差は認められるが、単列構成において最も接合信頼性に優れた全域

溶融構成を採用した場合であっても、接合信頼性を実用レベルにて確保することは困難である。

【0046】

一方、図7からわかるように、溶融部合計断面積及び溶融部60の断面形状により新品時の引っ張り強度に差は認められるが、耐久試験後は溶融部の断面形状に関係なく断面積比が大きいほど（溶融部断面積が大きいほど）引っ張り強度が大きいといった関係が得られた。

【0047】

これは、溶融部を複数列構成とすることで単列構成に比べて、溶融部60を厚肉化するとともにチップ50と中心電極（母材）30との線膨張係数差を小さくすることができ、接合部に加わる熱応力を緩和することができるためである。そして、断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）が1.4以上であれば、引っ張り強度200N以上が確保でき、接合信頼性を実用レベルにて確保することができる。

【0048】

次に、上記3列構成（図3参照）についても同様に検討した。検討に用いたチップ50、中心電極30の仕様は2列構成の場合と同様である。3列構成について、レーザ溶接条件を変えることにより、図9に示す様に、1列目の溶融部61の溶け込み深さd1、1列目と2列目の溶融部61、62同士の重なり部における重なり深さd2、2列目と3列目の溶融部62、63同士の重なり部における重なり深さd3を種々変えたサンプルを作製した。

【0049】

そして、各サンプルについて、1列目の溶融部61の断面積と、1列目と2列目の溶融部61、62同士の重なり部の断面積と、2列目と3列目の溶融部62、63同士の重なり部の断面積との合計を溶融部合計断面積とし、この溶融部合計断面積とチップ50の断面積との断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）をとった。この断面積比も図9に示してある。

【0050】

図9において、仕様①は溶け込み深さd1を0.3mmとして、重なり深さd

2を0.1~0.3mm、重なり深さd3を0.1~0.3mmと変えた場合、仕様②は溶け込み深さd1を0.7mmとして、重なり深さd2を0.1~0.2mm、重なり深さd3を0.1~0.2mmと変えた場合、仕様③は溶け込み深さd1を1.1mmとして、重なり深さd2を0.1mm、重なり深さd3を0.1mmとした場合である。

【0051】

そして、図9に示す各仕様について、上記と同様に耐久試験を行い、チップ50と中心電極30との接合信頼性の評価を行った。図10は、評価の結果得られた3列構成における断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）と引っ張り強度（単位：N）との関係を示す図である。

【0052】

図10中の各種プロットにおいて、黒丸プロットは仕様①の新品時、白丸プロットは仕様①の耐久試験後、黒三角プロットは仕様②の新品時、白三角プロットは仕様②の耐久試験後、黒四角プロットは仕様③の新品時、白四角プロットは仕様③の耐久試験後、をそれぞれ示す。図10からわかるように、3列構成においても上記2列構成と同様の効果が認められた。

【0053】

以上のような実験検討に基づけば、複数列形成された溶融部60において、1列目の溶融部61の断面積と各列の溶融部61~63同士の重なり部の断面積との合計を、チップ50の断面積の1.4倍以上にすることにより、チップ50と中心電極（母材）30との接合信頼性を向上させ実用レベルにて確保することができるといえる。

【0054】

また、本実施形態においては、中心電極（母材）30の一端面（接合面）31に沿った断面を見たとき、2列目以降の溶融部62、63のうち少なくとも1つの溶融部において、当該溶融部の断面積が、当該溶融部と当該溶融部よりも中心電極30寄りの溶融部との重なり部の断面積よりも大きくなっていることが好ましい。

【0055】

図 2 及び図 3 に示す例では、この好ましい形態が採用されている。即ち、図 2 に示す 2 列構成では、2 列目の溶融部 6 2 の断面積が、当該 2 列目の溶融部 6 2 と 1 列目の溶融部 6 1 との重なり部の断面積よりも大きくなっている。更に、図 3 に示す 3 列構成では、3 列目の溶融部 6 3 の断面積が、当該 3 列目の溶融部 6 3 と 2 列目の溶融部 6 2 との重なり部の断面積よりも大きくなっている。

【 0 0 5 6 】

各列の溶融部 6 1 ～ 6 3 は、チップ 5 0 の外表面から内部に向かって溶け込んでいる。上記好ましい形態によれば、例えば、図 2 に示す様に、溶融部の溶け込み方向において、2 列目の溶融部 6 2 の先端が、2 列目の溶融部 6 2 と 1 列目の溶融部 6 1 との重なり部の端部よりも、チップ 5 0 の内部に向かって突出している。

【 0 0 5 7 】

そのため、2 列目の溶融部 6 2 と 1 列目の溶融部 6 1 との間に、チップ 5 0 が入り込んだくさび形状となる。そして、チップ 5 0 が中心電極 3 0 から離れようとする方向（図 2 中の上方）へ力が加わっても、このチップ 5 0 のくさび部分が 2 列目の溶融部 6 2 に引っ掛かるため、チップ 5 0 を脱落しにくくすることができる（くさび効果）。

【 0 0 5 8 】

また、図 3 に示す 3 列構成では、2 列目の溶融部 6 2 と 1 列目の溶融部 6 1 との間だけでなく、更に、3 列目の溶融部 6 3 と 2 列目の溶融部 6 2 との間にも、チップ 5 0 が入り込んだくさび形状が形成されている。そのため、2 列構成の場合と同様の効果が得られる。

【 0 0 5 9 】

なお、溶融部 6 0 が 3 列以上の場合、2 列目以降の全ての列の溶融部において、上記好ましい形態となっても良いが、それ以外にも、少なくとも 1 つの列の溶融部において、上記好ましい形態となっていれば、効果はある。

【 0 0 6 0 】

（第 2 実施形態）

本第 2 実施形態は、上記図 1 に示すスパークプラグ 1 0 0 において、中心電極

30とチップ50との接合部を上記第1実施形態とは異ならせたものであり、他の部分は同一である。従って、当該接合部の断面形状を図11に示し、この図11に基づいて主として第1実施形態との相違点について述べることにする。

【0061】

本実施形態では、チップ50と中心電極（母材）30の一端面（接合面）31との間に、線膨張係数がチップ50と中心電極30との間の範囲にある緩和層80を介在させ、チップ50と中心電極30とを、レーザ溶接によって緩和層80、チップ50及び中心電極母材の間に形成された溶融部90を介して固定したことを主たる特徴としている。なお、図11中、（a）は部分溶融構成、（b）は全域溶融構成である。

【0062】

具体的には、中心電極30としてNi基合金を使用し、チップ50としてIrもしくはIr合金を用いた場合、緩和層80としては、線膨張係数がNi基合金とIr合金の間であるPt合金等を使用することができる。このようなPt合金としては例えば、Pt-20Ir-2Ni（Ptが78重量%、Irが20重量%、Niが2重量%の合金）を採用することができる。

【0063】

図11に示す接合部構成は、図12に示す様な製造方法により、適切に製造することができる。図12は、図11の断面に対応した断面にて製造方法を示すものである。

【0064】

まず、チップ50と中心電極30の一端面31との間に、上記緩和層80を介在させこれら3つの部材30、50、80を仮固定する。この仮固定は、抵抗溶接により仮止めしたり、治具を用いて仮止めする等により行うことができる。しかる後、緩和層80を中心にレーザを照射することによって緩和層80とチップ50の界面及び緩和層80と中心電極30の界面を無くすように、3部材30、50、80が溶け合った溶融部90を形成する。こうして、図11に示す接合部構成となる。

【0065】

ところで、本実施形態によれば、チップ50と中心電極30の一端面31との間に、線膨張係数がチップ50と中心電極30との間の範囲にある緩和層80を介在させることにより、チップ50と中心電極30との線膨張係数差に起因する熱応力が、緩和層80によって緩和される。そのため、従来よりもチップ50と中心電極30との接合信頼性を向上させることができる。

【0066】

ここで、緩和層80の厚さ t が0.2mm以上0.6mm以下の範囲にあり、中心電極30の一端面（接合面）31に沿った断面を見たとき、溶融部90の最大溶け込み深さ d_4 の部分（図11中のE-E断面）における断面積をチップ50の断面積（チップの径方向の断面積）で割った比 α が、 $(1.4 - t) / 2$ 以上の範囲にあることが好ましい。それにより、チップと母材との接合信頼性を実用レベルにて確保することができる。

【0067】

この断面積比 α の関係は、本発明者が行った実験検討の結果に基づくものである。限定するものではないが、この検討の一例を述べる。中心電極30として、インコネル（登録商標）よりなり一端面31の径 D_1 が $\phi 2.7$ mmのものを使用し、チップ50としてIr-10Rhよりなり、径 D_2 が $\phi 2.4$ mm、厚さが1.4mmの円板チップを用い、緩和層80としてPt-20Ir-2Niよりなる径 D_3 （図12参照）が $\phi 2.4$ mmの円板を用いた。

【0068】

ここで、緩和層80の厚さ t を0.2mm以上0.6mm以下の範囲としたのは、0.2mmより薄いと緩和層80の強度不足により熱応力によって緩和層80に割れが生じやすくなること、また、0.6mmより厚くしても熱応力緩和効果は変わらないためである。

【0069】

そして、レーザ溶接条件を変えることにより、図13に示す様に、溶融部90の溶け込み深さ d_4 を種々変え、溶融部90の溶け込み深さ d_4 の部分における断面積（溶融部断面積）とチップ50との断面積比 α （溶融部断面積／チップ断面積）を種々変えたサンプルを作製した。

【 0 0 7 0 】

この図 1 3 に示す各仕様①～⑦について、上記第 1 実施形態と同様に耐久試験を行い、チップ 5 0 と中心電極 3 0 との接合信頼性の評価を行った。図 1 4 は、評価の結果得られた本実施形態の接合部構成における断面積比 α （溶融部断面積／チップ断面積）と引っ張り強度（単位：N）との関係を緩和層 8 0 の厚さを変えて示す図である。

【 0 0 7 1 】

図 1 4 中の各種プロットにおいて、黒四角プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 2 mm のときの新品時、白四角プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 2 mm のときの耐久試験後、黒三角プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 4 mm のときの新品時、白三角プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 4 mm のときの耐久試験後、黒丸プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 6 mm のときの新品時、白丸プロットは緩和層 8 0 の厚さ t が 0. 6 mm のときの耐久試験後、をそれぞれ示す。

【 0 0 7 2 】

図 1 4 からわかるように、断面積比 α が大きいほど（溶融部断面積が大きいほど）耐久試験後の引っ張り強度が大きい。これは、レーザ溶接による線膨張係数差の縮小やエッジ部が無くなることによる熱応力低減効果のためである。また、緩和層 8 0 が厚いほど、耐久試験後の引っ張り強度は向上し、接合信頼性が高くなっていることがわかる。これは、0. 6 mm の厚さまでは緩和層 8 0 が厚いほど熱応力低減効果が大きいためである。

【 0 0 7 3 】

そして、図 1 4 から、耐久試験後において引っ張り強度 2 0 0 N に相当する様な上記断面積比 α と緩和層 8 0 の厚さ t との関係が得られる。例えば、厚さ t が 0. 2 mm のとき断面積比 α は 0. 6、厚さ t が 0. 4 mm のとき断面積比 α は 0. 5、厚さ t が 0. 6 mm のとき断面積比 α は 0. 4 である。

【 0 0 7 4 】

この断面積比 α と緩和層 8 0 の厚さ t との関係をグラフ化したものが図 1 5 である。図 1 5 から、耐久試験後において引っ張り強度 2 0 0 N 以上の実用レベルの接合信頼性を確保するためには、次の数式 1 に示す関係を満足することが必要

であることがわかる。

【0075】

【数1】

$$\alpha \geq (1.4 - t) / 2$$

$$0.2 \leq t \leq 0.6 \text{ (} t \text{ の単位: mm)}$$

以上のような実験検討に基づけば、厚さ t が 0.2 mm 以上 0.6 mm 以下の範囲にある緩和層 80 を介してレーザ溶接されたチップ 50 と中心電極 30 において、上記断面積比 α が $(1.4 - t) / 2$ 以上であることが好ましく、それにより、チップ 50 と中心電極 30 との接合信頼性を実用レベルにて確保することができる。

【0076】

(他の実施形態)

以下に、本発明の種々の変形例を示す。図 16 (a) ~ (f) は第 1 の変形例であり、第 1 実施形態に示した複数列の溶融部 61 ~ 63 のうち全ての列もしくは一部の列の溶融部を、チップ 50 と中心電極 30 との界面が全域で溶け合った全域溶融構成としたものである。この第 1 の変形例においても上記第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【0077】

図 16 において、(a) ~ (c) は 2 列構成のものであって、(a) は 1 列目の溶融部 61、(b) は全ての列の溶融部 61、62、(c) は 2 列目の溶融部 62 について、それぞれ全域溶融構成としたものである。また、(d) ~ (f) は 3 列構成のものであって、(d) は全ての列の溶融部 61 ~ 63、(e) は 1 列目の溶融部 61、(f) は 1 列目と 2 列目の溶融部 61、62 について、それぞれ全域溶融構成としたものである。

【0078】

図 17 (a) ~ (c) は第 2 の変形例であり、第 2 実施形態に示した接合部構成において、溶融部 90 を複数列構成としたものである。この場合も、上記第 2 実施形態と同様に、緩和層 80 による熱応力緩和効果を発揮することができる。また、複数列の溶融部 90 の形状によっては、上記第 1 実施形態と同様の効果を

得ることも可能である。

【 0 0 7 9 】

また、上記各実施形態は、中心電極 3 0 側にチップ 5 0 をレーザ溶接した例として述べたが、接地電極 4 0 側にチップ 5 0 をレーザ溶接する場合、または、中心電極 3 0 と接地電極 4 0 の両方にチップ 5 0 をレーザ溶接する場合にも、上記各実施形態は適用可能であることは勿論である。図 1 8 は、接地電極 4 0 を母材としてチップ 5 0 を設ける場合を示す第 3 の変形例である。

【 0 0 8 0 】

図 1 8 (a) 及び (b) の場合は、上記第 1 実施形態を接地電極 4 0 に適用したものである。なお、図 1 8 中、(b) は (a) の F 矢視図であるが、(b) 中の溶融部 6 0 に施してあるハッチングは識別のためのもので断面を示すものではない。

【 0 0 8 1 】

この場合、接地電極 4 0 の一端 4 1 側の端面（本発明でいう接合面）4 3 に角柱状のチップ 5 0 がレーザ溶接により固定されている。ここで、図示しないが、この第 3 の変形例においては、チップ 5 0 の側面 5 1 が、中心電極 3 0 もしくは中心電極 3 0 に固定されたチップ 5 0 に対向して放電ギャップ 7 0 を形成する。

【 0 0 8 2 】

そして、溶融部 6 0 は、接地電極（母材）4 0 に最も近い列を 1 列目として接地電極 4 0 から離れる方向へ向かって、隣接する列の間で重なるように 2 列形成されている。更に、接地電極 4 0 における上記端面（接合面）4 3 に沿った断面を見たとき、1 列目の溶融部 6 1 の断面積と 1 列目と 2 列目の溶融部 6 1、6 2) 同士の重なり部の断面積との合計が、チップ 5 0 の断面積（図 1 8 (a) におけるチップの長軸と直交する方向に沿った断面積）の 1. 4 倍以上になっている。

【 0 0 8 3 】

図 1 8 (c) 及び (d) の場合は、上記第 2 実施形態を接地電極 4 0 に適用したものである。(d) は (c) の G 矢視図であるが、(d) 中の溶融部 9 0 に施してあるハッチングは識別のためのもので断面を示すものではない

チップ 5 0 と接地電極 4 0 の上記端面（接合面） 4 3 との間には、線膨張係数がチップ 5 0 と接地電極 4 0 との間の範囲にある緩和層 8 0 が介在されている。そして、チップ 5 0 と接地電極 4 0 とは、レーザ溶接によって緩和層 8 0、チップ 5 0 及び接地電極 4 0 の間の各界面に形成された溶融部 9 0 を介して固定されている。この場合、接地電極 4 0 は中心電極 3 0 同様に N i 基合金よりなるので、緩和層 8 0 も上記第 2 実施形態と同様の材質を採用できる。

【 0 0 8 4 】

これら図 1 8 に示す第 3 の変形例においても、上記第 1 及び第 2 の実施形態と同様の効果が得られるとともに、各実施形態に述べた好ましい形態（くさび効果、断面積 α の関係）を採用可能なことは勿論である。

【 0 0 8 5 】

また、本発明において、中心電極や接地電極、チップの形状は適宜設計変更可能である。要するに、本発明は、中心電極及び接地電極の少なくとも一方を母材とし、この母材の一面を接合面として、この接合面に火花放電を行うための貴金属もしくはその合金よりなるチップがレーザ溶接により形成された溶融部を介して固定されてなるスパークプラグにおいて、溶融部の構成を工夫したり、緩和層を介在させた点が、主たる特徴点であり、他の部分は適宜設計変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係るスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

【図 2】

上記第 1 実施形態において溶融部を 2 列構成とした場合を示す概略断面図である。

【図 3】

上記第 1 実施形態において溶融部を 3 列構成とした場合を示す概略断面図である。

【図 4】

比較例として溶融部を単列構成とした場合を示す概略断面図である。

【図 5】

上記 2 列構成において種々の断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）を示す図表である。

【図 6】

上記単列構成において種々の断面積比（溶融部断面積／チップ断面積）を示す図表である。

【図 7】

上記 2 列構成における断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）と引っ張り強度との関係を示す図である。

【図 8】

上記単列構成における断面積比（溶融部断面積／チップ断面積）と引っ張り強度との関係を示す図である。

【図 9】

上記 3 列構成において種々の断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）を示す図表である。

【図 1 0】

上記 3 列構成における断面積比（溶融部合計断面積／チップ断面積）と引っ張り強度との関係を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 2 実施形態に係るスパークプラグにおけるチップと中心電極との接合部構成を示す概略断面図である。

【図 1 2】

上記第 2 実施形態に係るスパークプラグの製造方法を示す説明図である。

【図 1 3】

図 1 1 に示す接合部構成において種々の断面積比 α （溶融部断面積／チップ断面積）を示す図表である。

【図 1 4】

図 1 1 に示す接合部構成における断面積比 α （溶融部断面積／チップ断面積）と引っ張り強度との関係を緩和層の厚さを変えて示す図である。

【図 1 5】

引っ張り強度 2 0 0 N 以上を満足するための断面積比 α と緩和層の厚さ t との関係を示すグラフである。

【図 1 6】

本発明の第 1 の変形例を示す概略断面図である。

【図 1 7】

本発明の第 2 の変形例を示す概略断面図である。

【図 1 8】

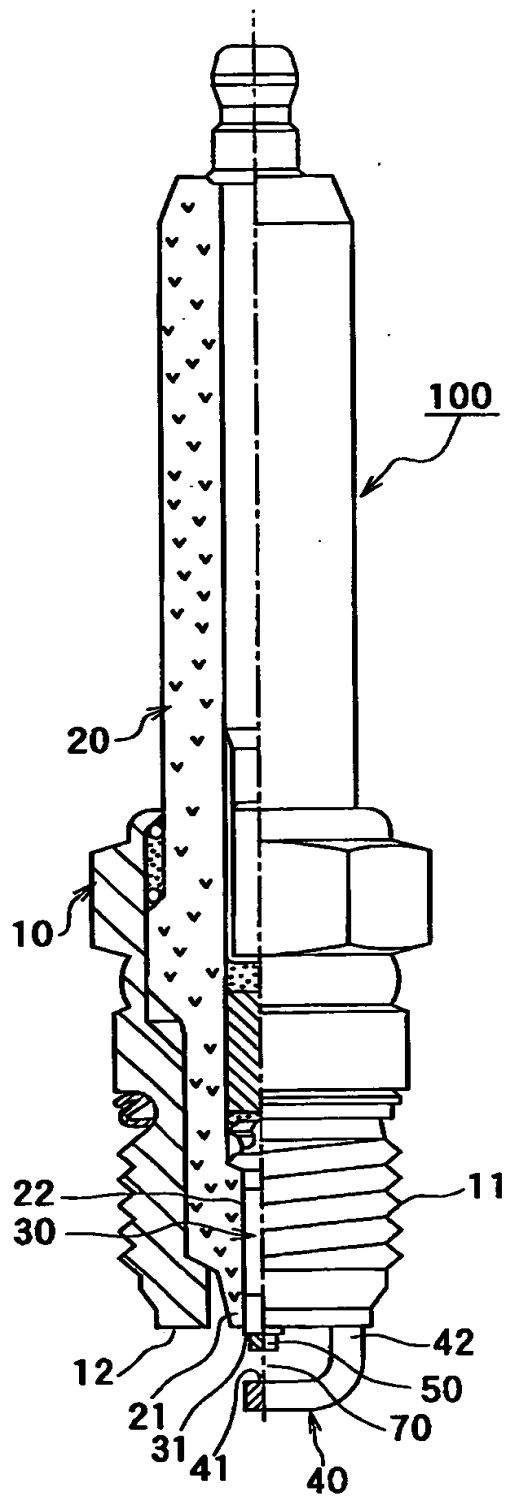
本発明の第 3 の変形例を示す図である。

【符号の説明】

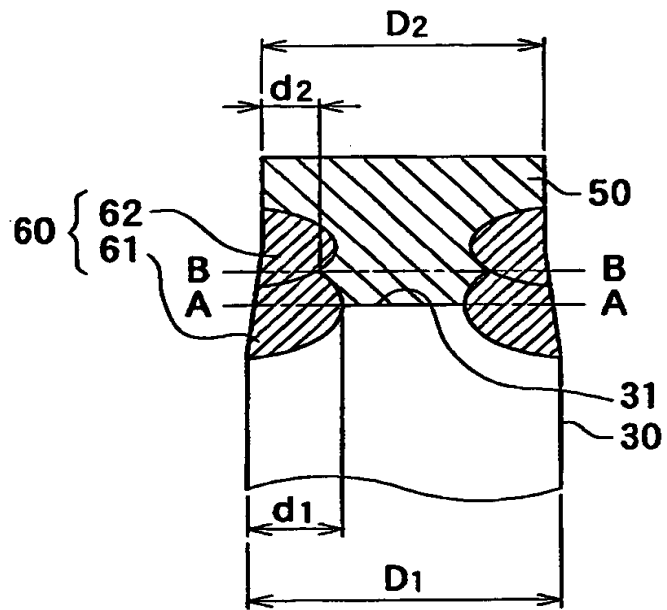
3 0 … 中心電極、3 1 … 中心電極の一端面、4 0 … 接地電極、
4 3 … 接地電極の一端側の端面、5 0 … チップ、6 0、9 0 … 溶融部、
6 1 … 1 列目の溶融部、6 2 … 2 列目の溶融部、6 3 … 3 列目の溶融部、
8 0 … 緩和層。

【書類名】 図面

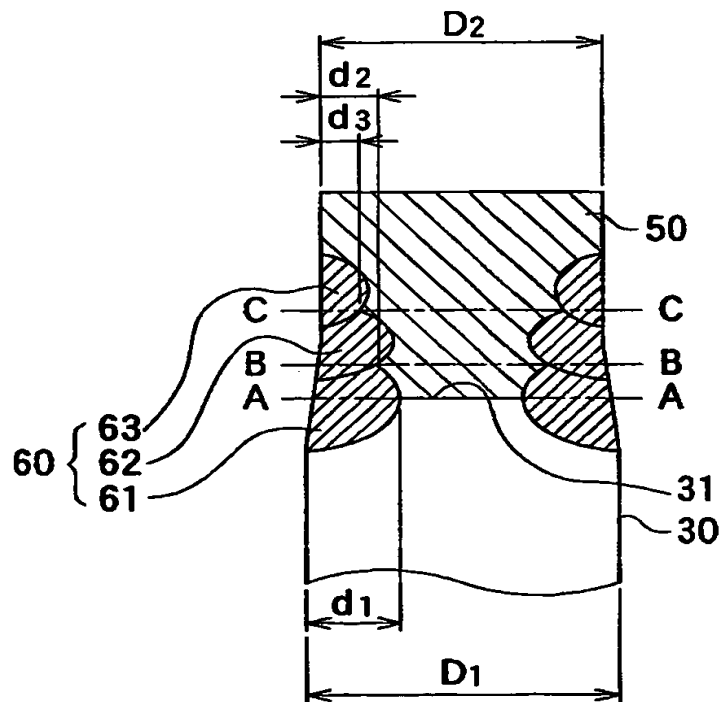
【図 1】



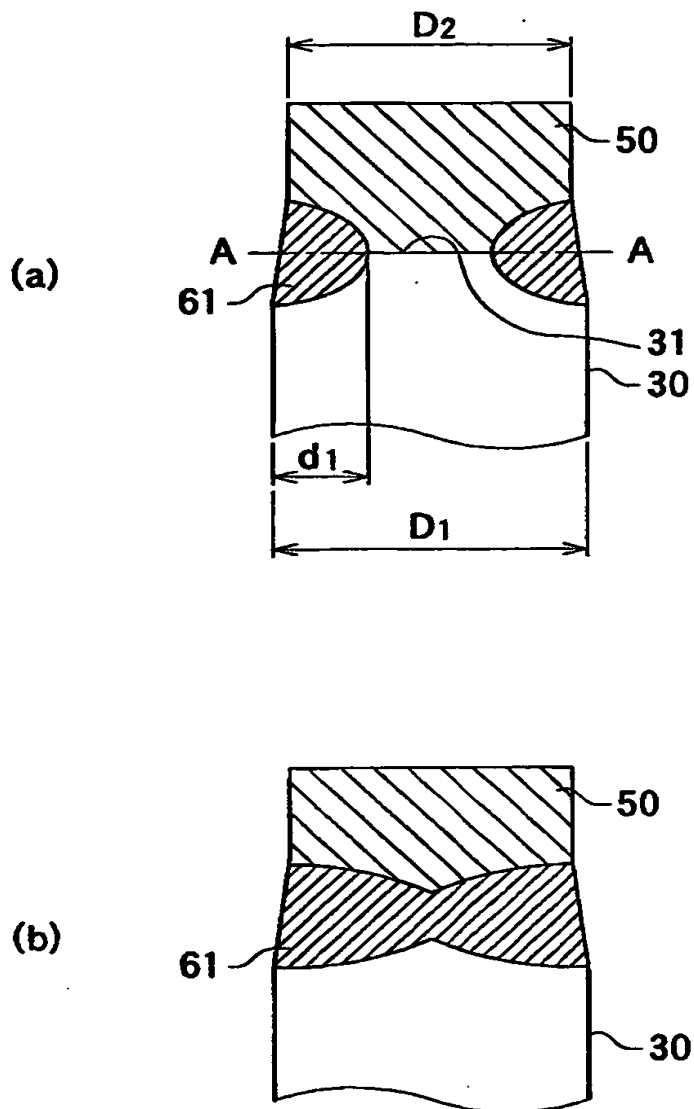
【図 2】



【図 3】



【図 4】



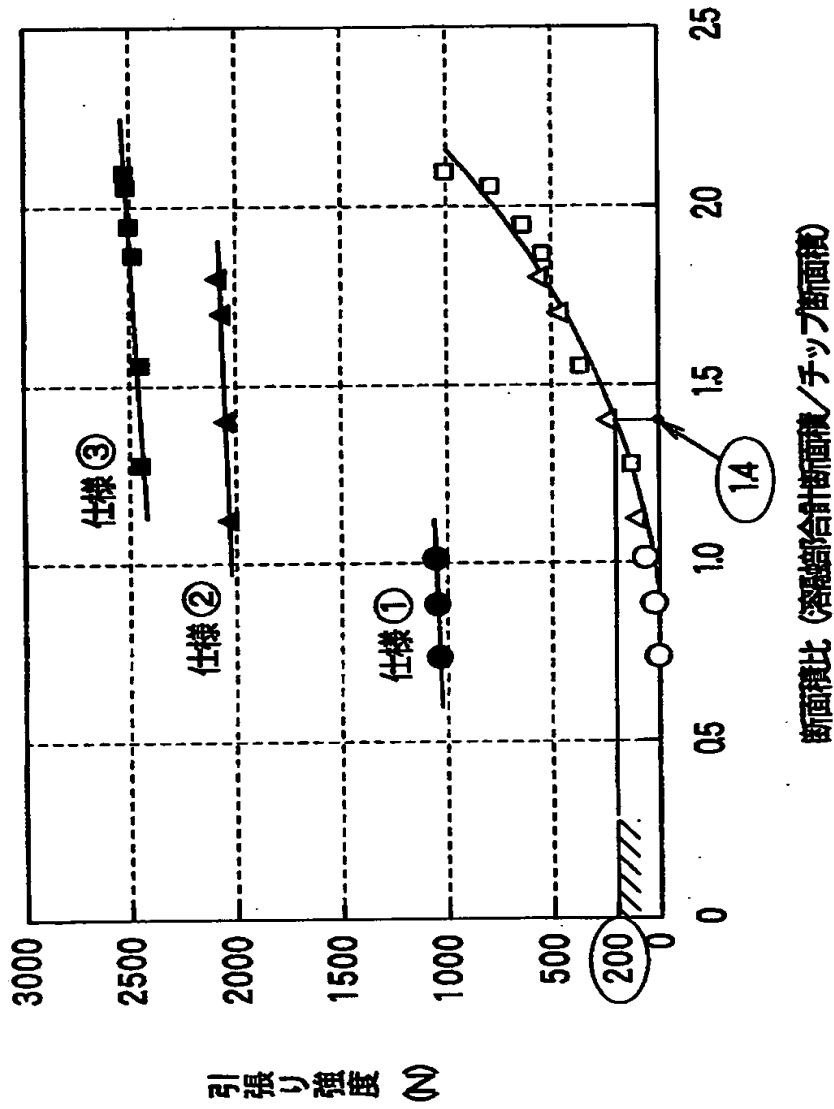
【図 5】

仕様	溶け込み 深さ d_1	重なり 深さ d_2	断面積比 (溶融部合計/チップ)
①	0.3	0.1	0.73
		0.2	0.88
		0.3	1.01
②	0.7	0.1	1.12
		0.3	1.4
		0.5	1.71
		0.7	1.79
③	1.1	0.1	1.28
		0.3	1.56
		0.5	1.87
		0.7	1.95
		0.9	2.06
		1.1	2.1

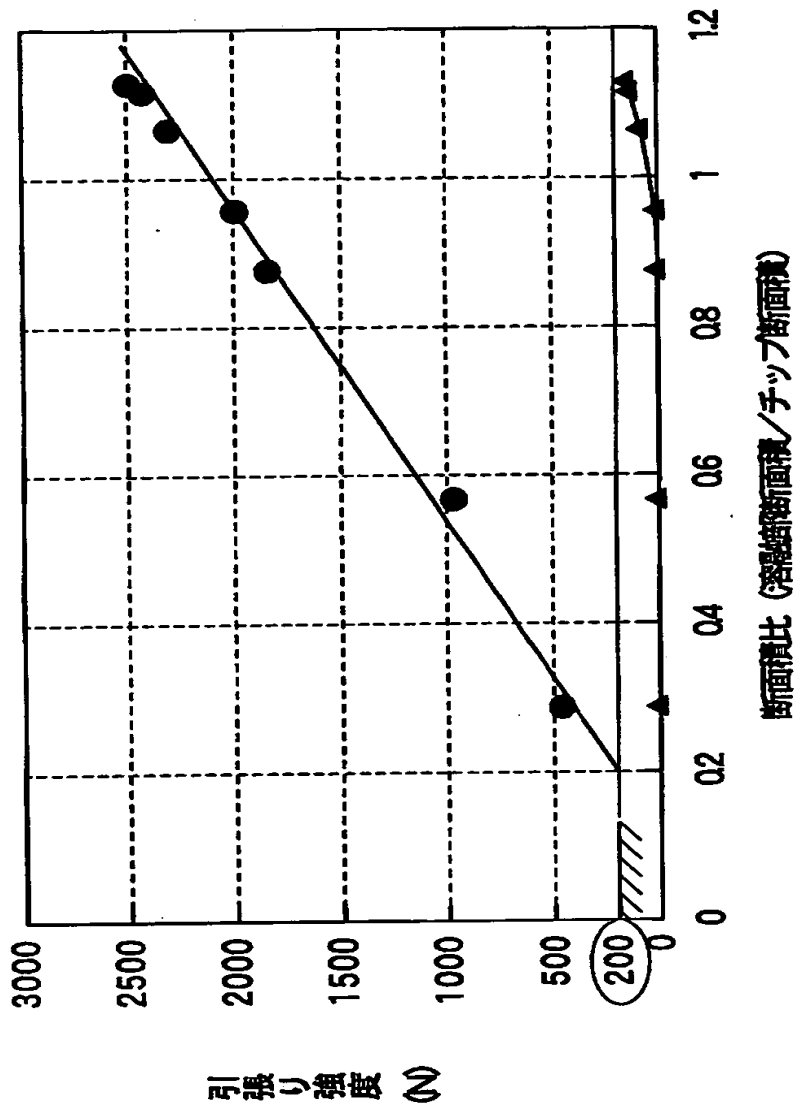
【図 6】

仕様	溶け込み 深さ d_1	断面積比 (溶融部/チップ)
①	0.1	0.29
②	0.3	0.57
③	0.5	0.88
④	0.7	0.96
⑤	0.9	1.07
⑥	1.1	1.12
⑦	1.3	1.13

【図 7】



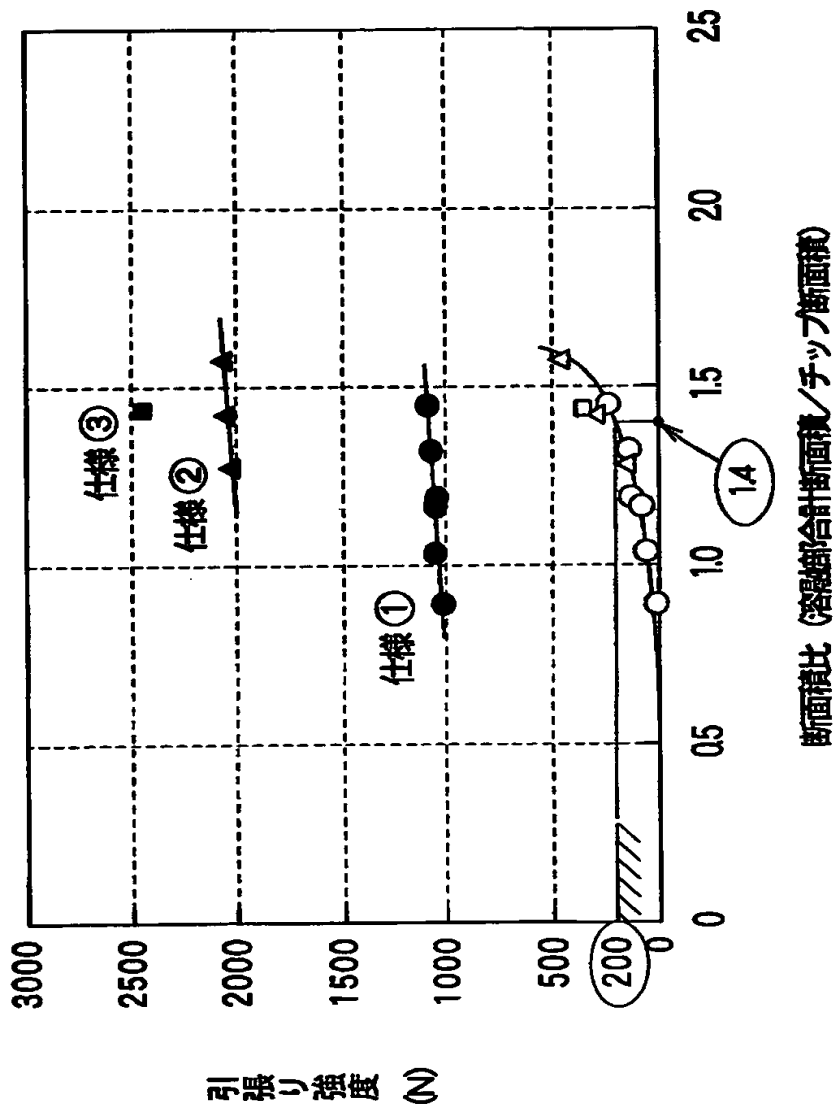
【図 8】



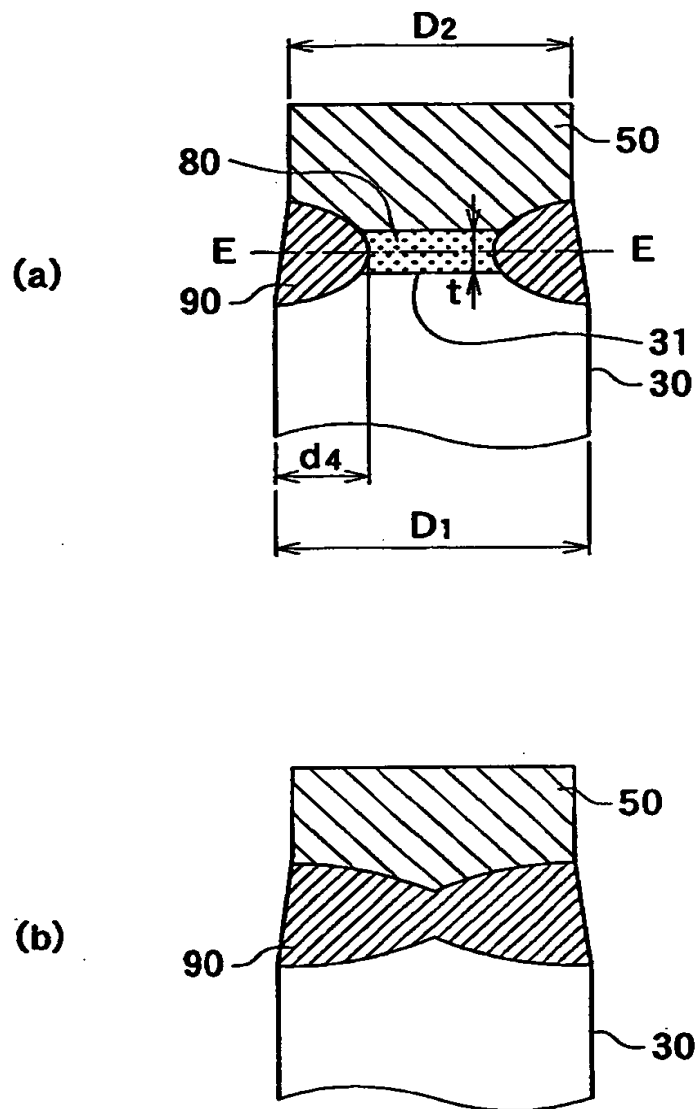
【図 9】

仕様	溶け込み 深さ d_1	重なり 深さ d_2	重なり 深さ d_3	断面積比 (溶融部合計/チップ)
①	0.3	0.1	0.1	0.89
		0.2	0.1	1.04
			0.2	1.19
		0.3	0.1	1.17
			0.2	1.32
			0.3	1.45
②	0.7	0.1	0.1	1.28
		0.2	0.1	1.43
			0.2	1.58
③	1.1	0.1	0.1	1.44

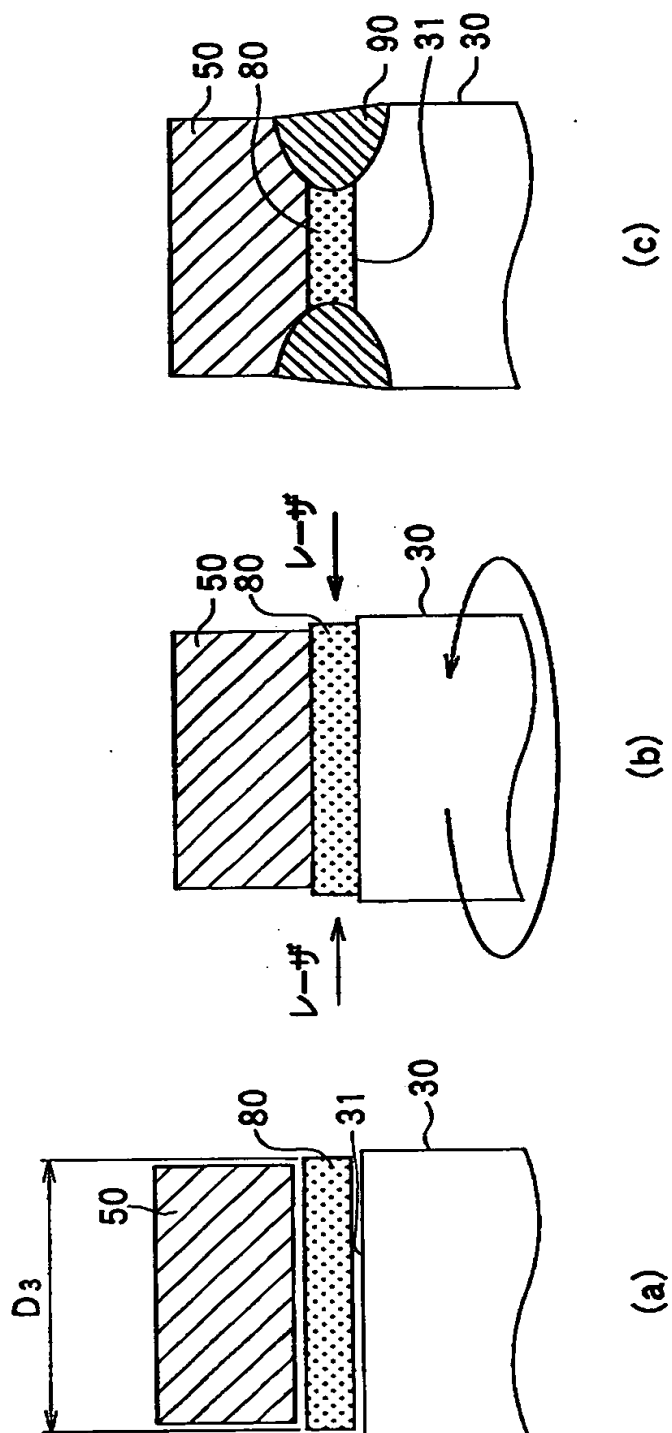
【図10】



【図 11】



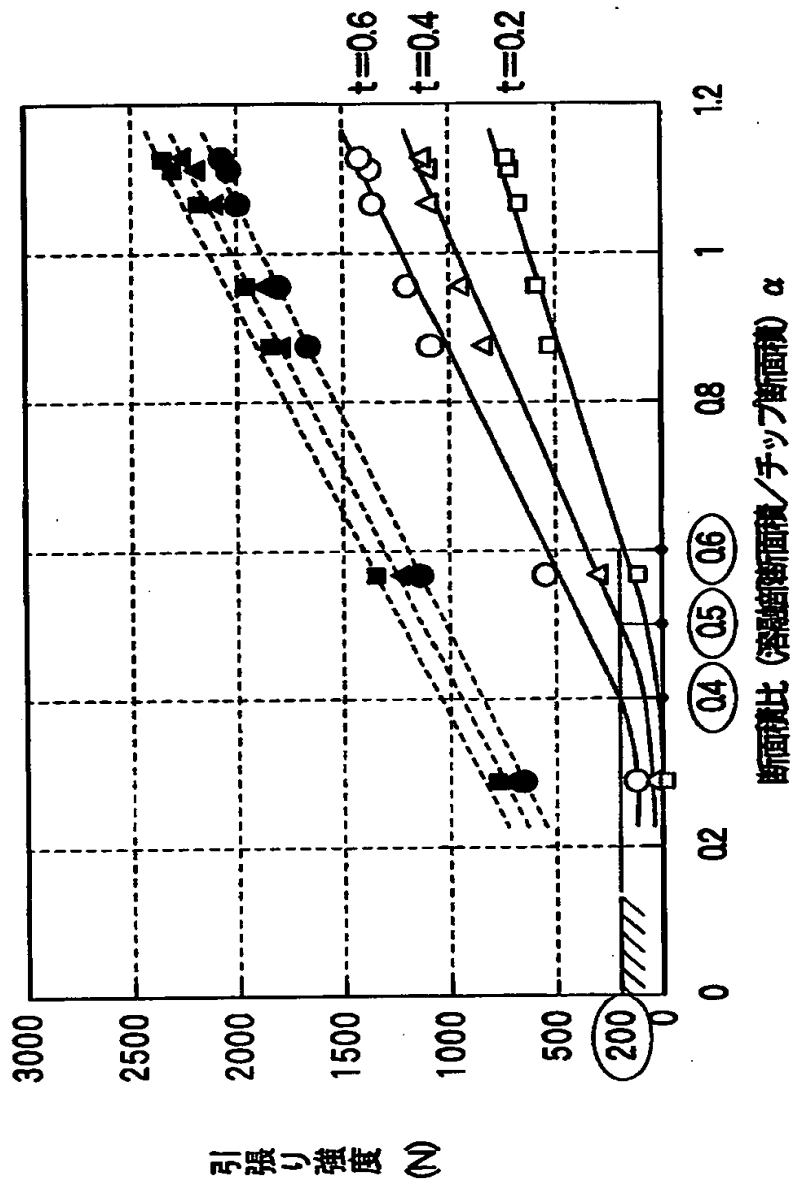
【図 12】



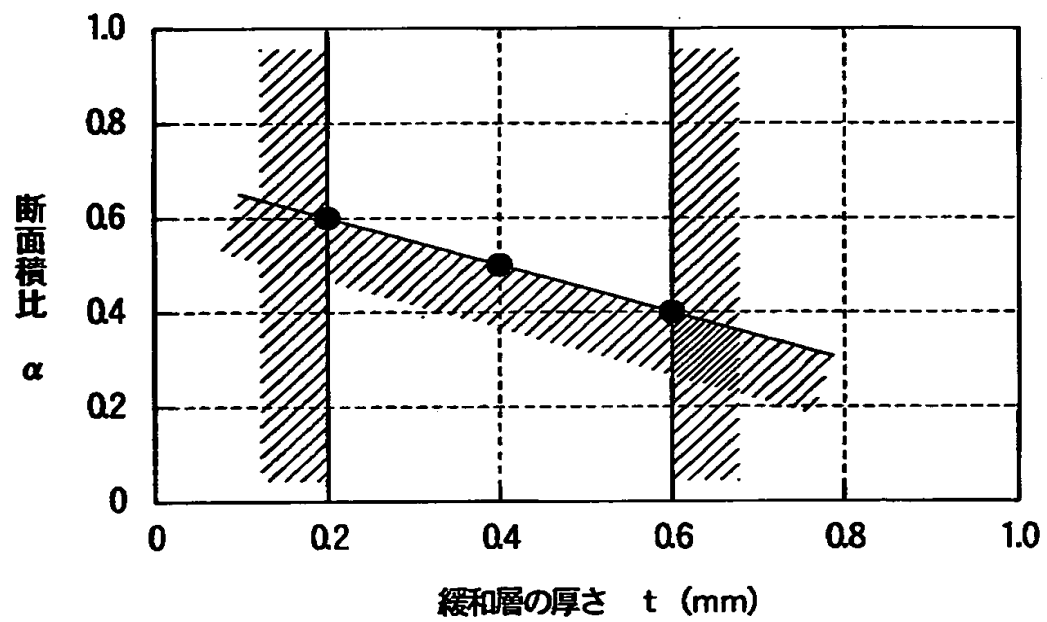
【図 1 3】

仕様	溶け込み 深さ d_4	断面積比 α (溶融部/チップ)
①	0.1	0.29
②	0.3	0.57
③	0.5	0.88
④	0.7	0.96
⑤	0.9	1.07
⑥	1.1	1.12
⑦	1.3	1.13

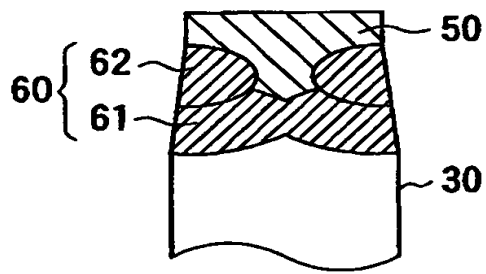
【図 14】



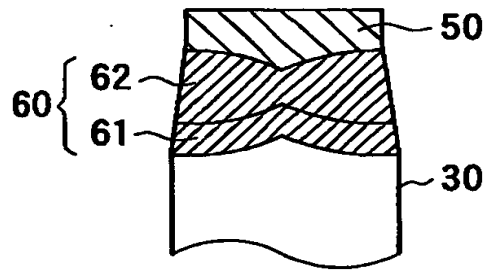
【図15】



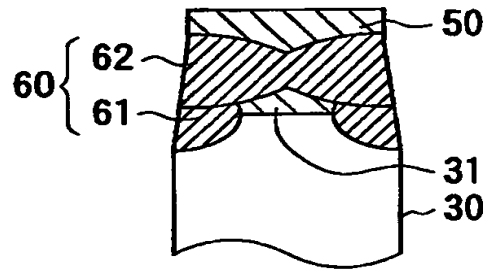
【図 1 6】



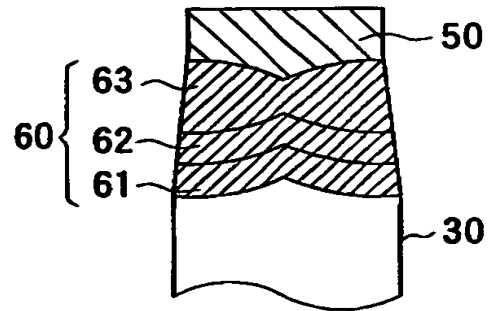
(a)



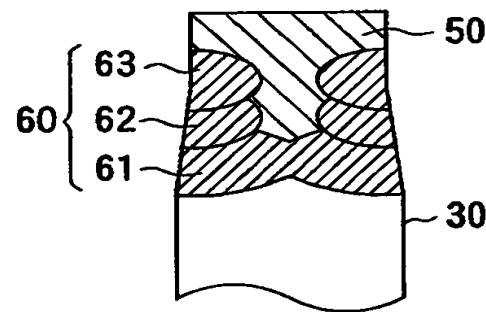
(b)



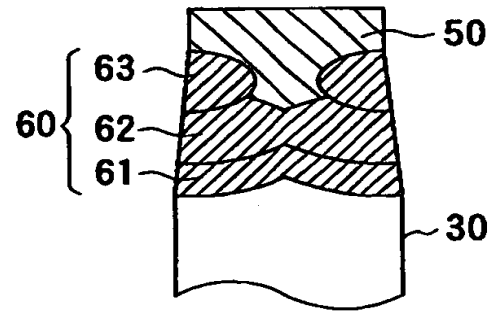
(c)



(d)

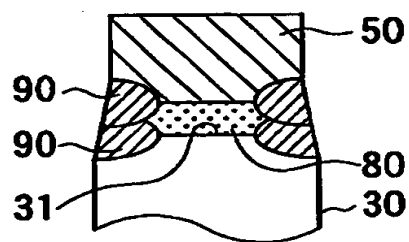


(e)

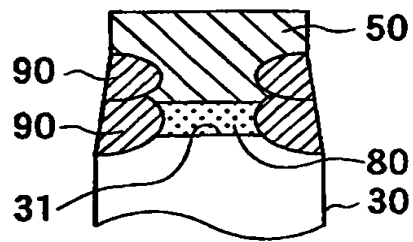


(f)

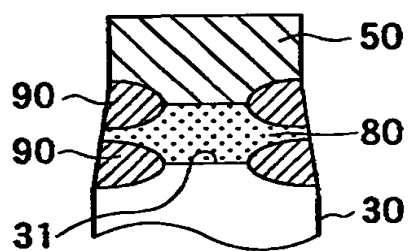
【図 1 7】



(a)

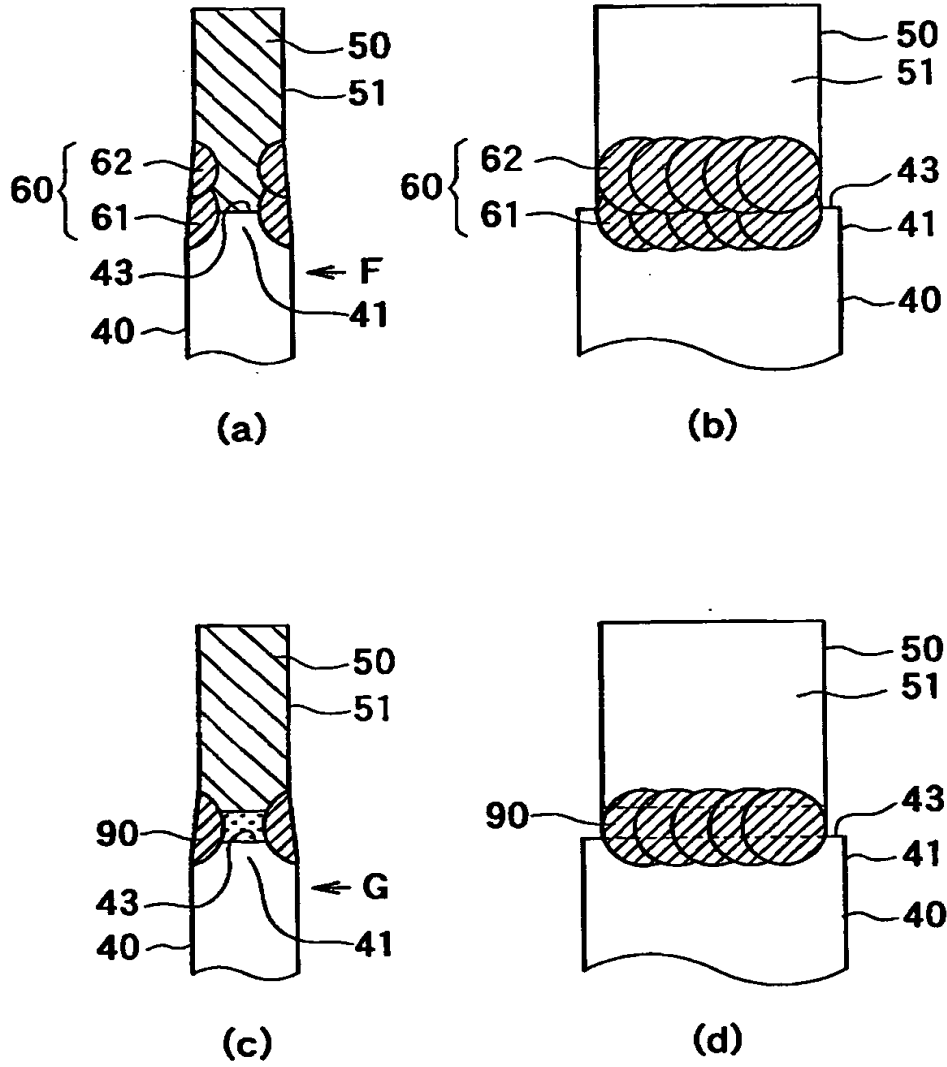


(b)



(c)

【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 中心電極と接地電極の少なくとも一方を母材として、この母材に貴金属もしくはその合金よりなる火花放電用のチップをレーザ溶接により固定してなるスパークプラグにおいて、チップと母材との接合信頼性を向上させる。

【解決手段】 レーザ溶接することにより形成された溶融部 6 0 は、母材としての中心電極 3 0 に最も近い列を 1 列目として中心電極 3 0 から離れる方向へ向かって隣接する列の間で重なるように複数列形成されており、接合面 3 1 に沿った断面を見たとき、1 列目の溶融部 6 1 の断面積と、1 列目の溶融部 6 1 と 2 列目の溶融部 6 2 との重なり部の断面積との合計が、チップ 5 0 の断面積の 1. 4 倍以上になるようにしている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名 株式会社デンソー